



## Energiøkonomisk boligventilation

Nielsen, Toke Rammer

*Publication date:*  
2008

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Nielsen, T. R. (Author). (2008). Energiøkonomisk boligventilation. Sound/Visual production (digital)

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

DTU

# **Energiøkonomisk boligventilation**

**Toke Rammer Nielsen**  
**DTU Byg**

# DTU Byg

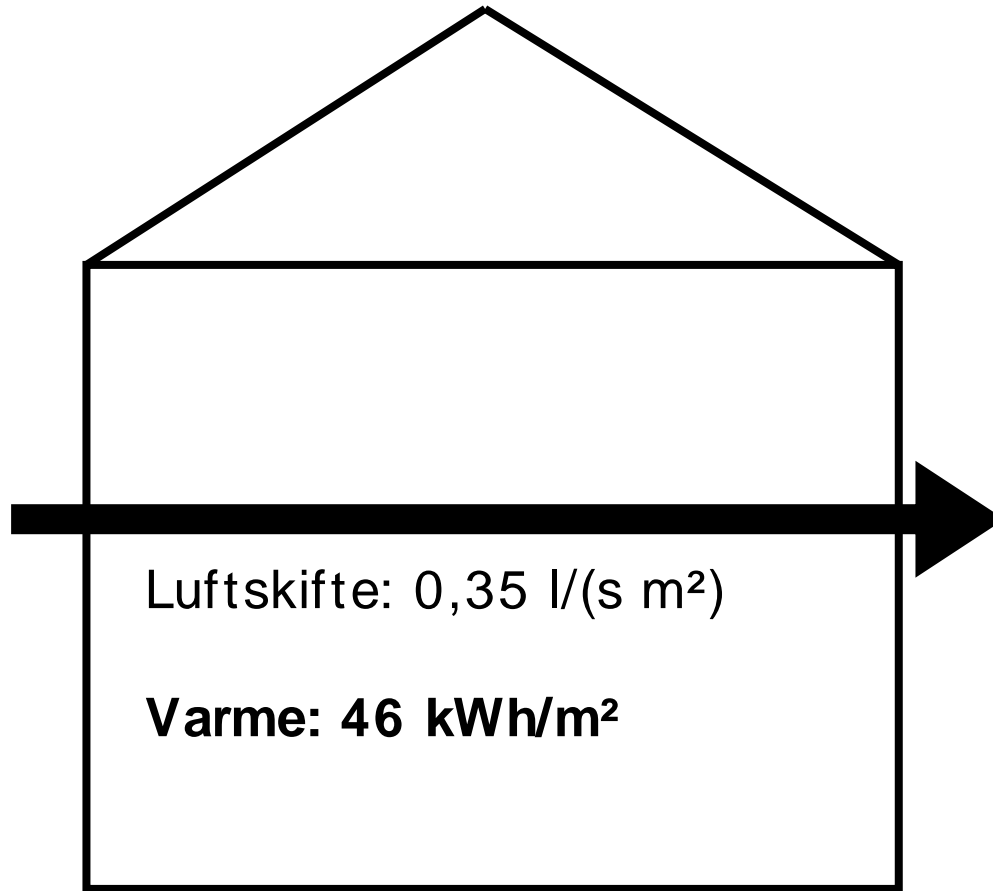
- **ca. 160 ansatte, ca. 100 er videnskabeligt personale**
- **Bygningsdesign**
- **Bygningskonstruktioner**
- **Byggematerialer**
- **Geoteknik**
- **Indeklima**
- **Bygningsfysik og Installationer**
  - Varme- og stoftransport i bygninger
  - Lavenergibygninger
  - Klimaskærm
  - Bygningsinstallationer
  - Solenergi

# Projekter

## Samarbejde med Teknologisk Institut og Ecovent

- **"Udvikling og optimering af et energieffektivt "straightner" ventilationsaggregat med integreret "chopper" varmeveksler", EFP 2001-2002**
- **"Udvikling af energiøkonomisk løsning med varmegenvinding til boliger", PSO 2003-2005**
- **"Udvikling af behovstyret ventilation til enfamiliehuse", PSO 2007-2008**
  - Heri deltager også Trend Control Systems og Lindab

# Naturligt ventileret bolig



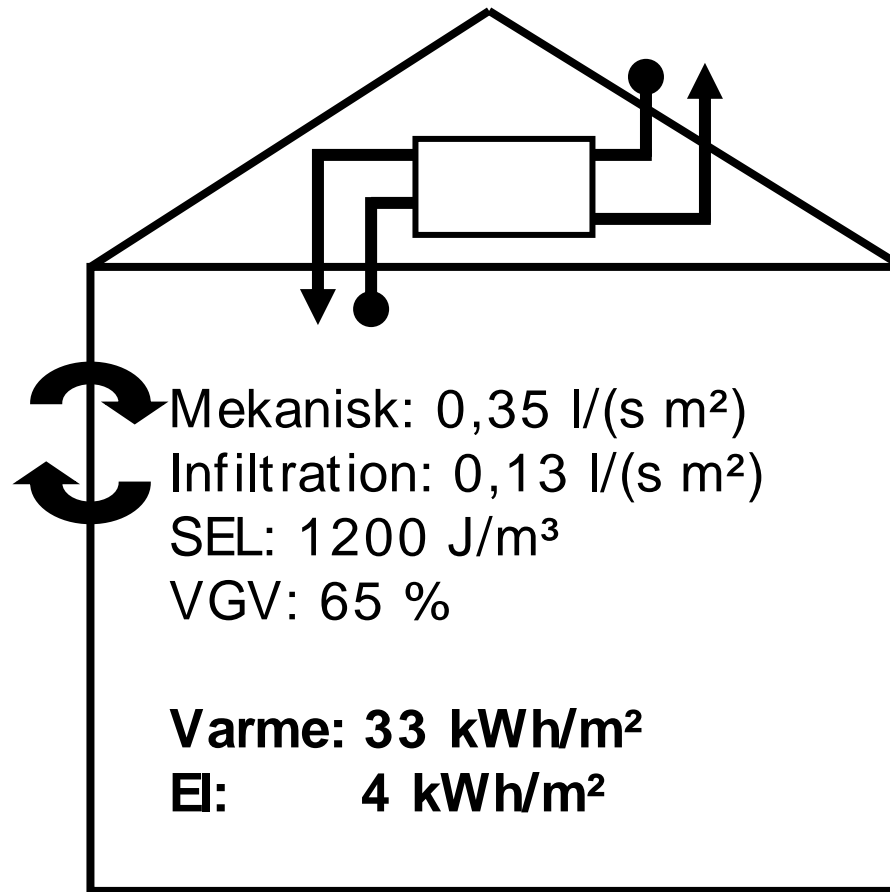
Energiramme: ca. 85 kWh/m<sup>2</sup>

Lavenergi klasse 2: ca. 60 kWh/m<sup>2</sup>

Lavenergi klasse 1: ca. 42 kWh/m<sup>2</sup>

# Mekanisk ventileret bolig

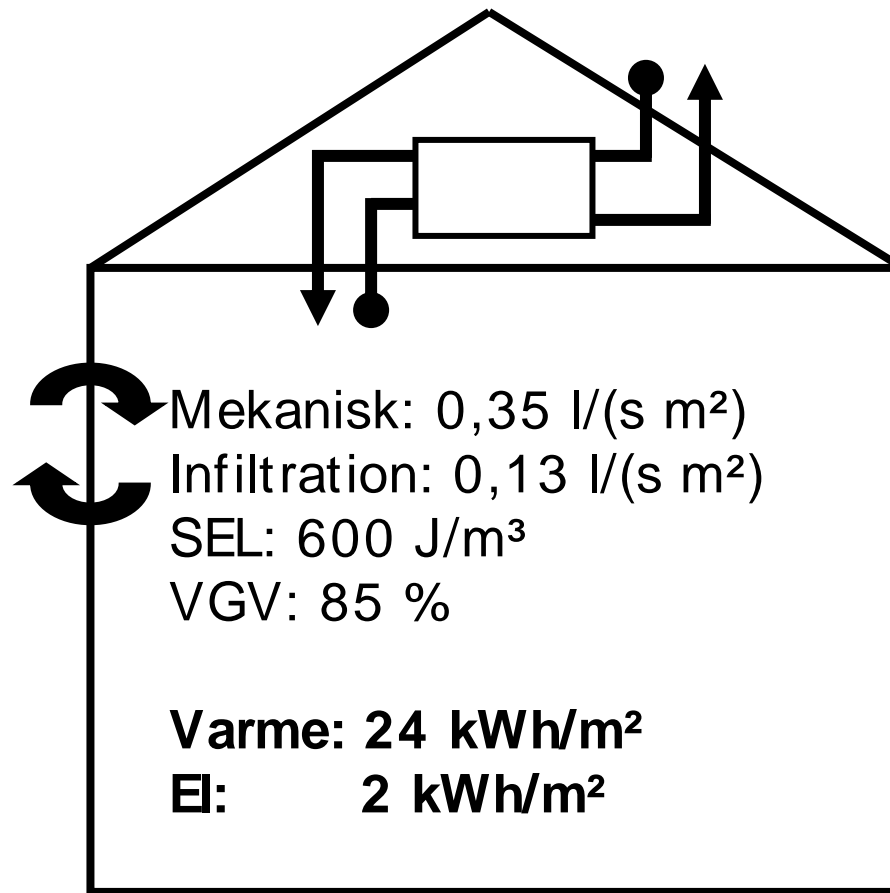
## BR Krav



Energiramme: ca.  $85 \text{ kWh/m}^2$   
Lavenergi klasse 2: ca.  $60 \text{ kWh/m}^2$   
Lavenergi klasse 1: ca.  $42 \text{ kWh/m}^2$

# Mekanisk ventileret bolig

## Opnået i projektet



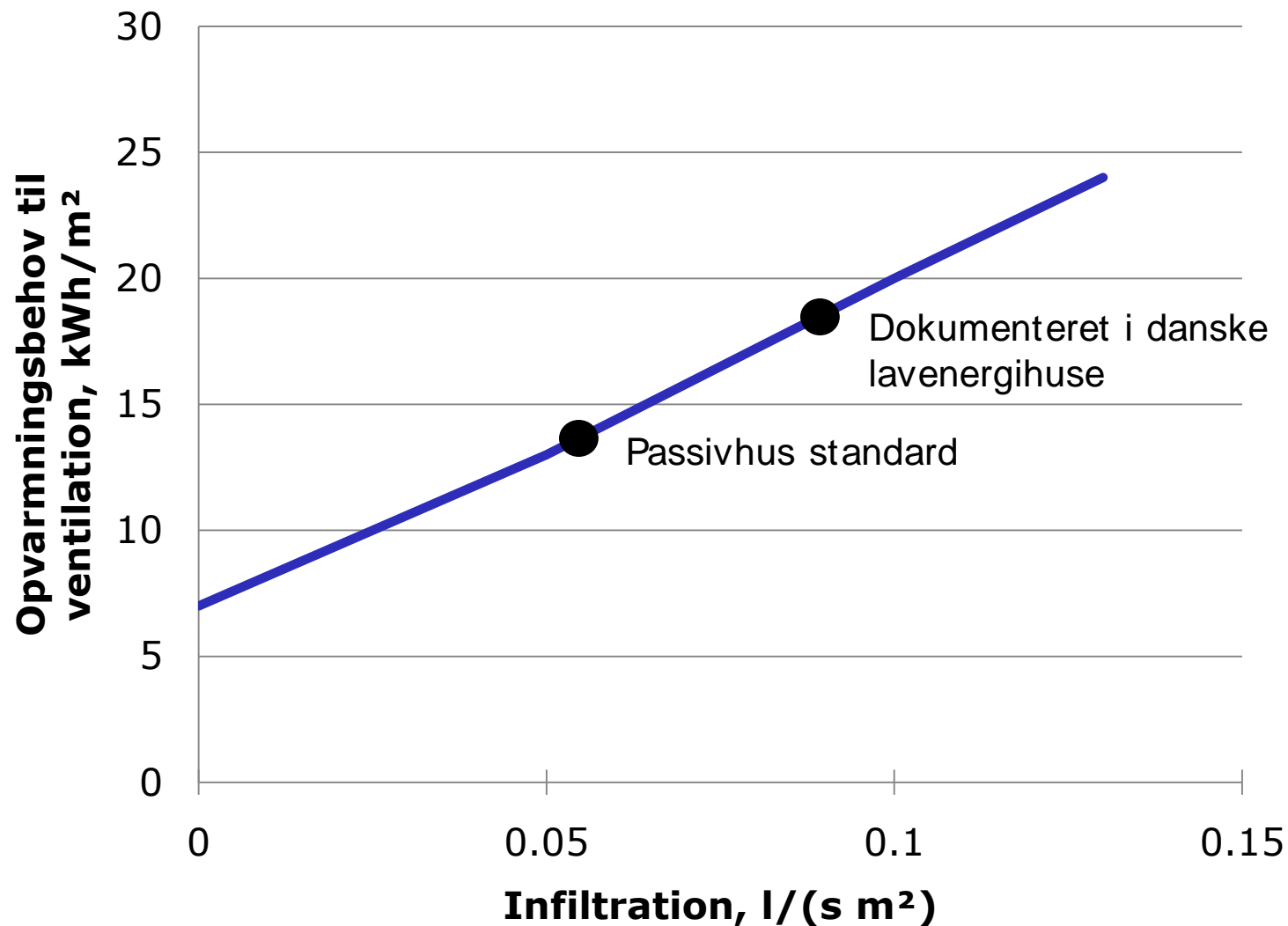
Energiramme: ca. 85 kWh/m<sup>2</sup>  
Lavenergi klasse 2: ca. 60 kWh/m<sup>2</sup>  
Lavenergi klasse 1: ca. 42 kWh/m<sup>2</sup>

# **Energiforbrug til ventilation Enfamiliehuse**

- **Varmeforbrug i husholdninger: 45,6 TWh**
- **Enfamilie- og rækkehuse: 240.000.000 m<sup>2</sup>**
- **(Etageboliger: 100.000.000 m<sup>2</sup>)**
- **Eksisterende enfamiliehuse, Naturlig ventilation**
  - Varme: 10,9 TWh
  - El: 0 TWh
  - CO<sub>2</sub>: 1.400.000 ton
- **Projektets resultat, Mekanisk**
  - Varme: 5,7 TWh
  - El: 0,44 TWh
  - CO<sub>2</sub>: 800.000 ton



# Tæthedens indflydelse på opvarmning til ventilation



Forudsætninger: SEL= 600  $\text{J}/\text{m}^3$  og VGV 85 %

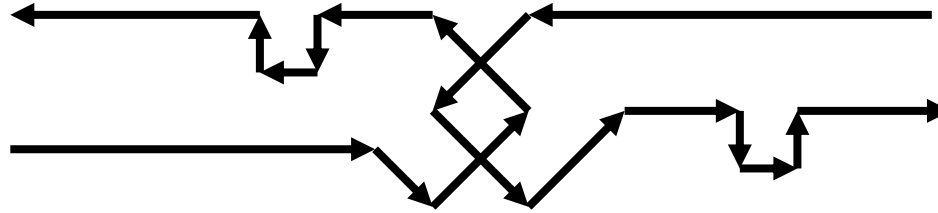
# Udvikling af energiøkonomisk ventilationsløsning med varmegenvinding til boliger

- **Finansiering: PSO-midler, ELFOR**
- **Afsluttet i 2005**
- **Parter:**
  - Teknologisk Institut
  - Danmarks Tekniske Universitet
  - Ecovent

# Målsætning

- **Udvikle energieffektivt ventilationssystem til boliger**
- **Specifikt elforbrug under 1000 J/m<sup>3</sup>**
- **Varmegenvindingseffektivitet på ca. 90 %**
- **Tryktab i varmeveksler under 50 Pa**
- **Kanalsystem med lavt varmetab**
- **Enfamiliehus på ca. 150 m<sup>2</sup> (160 m<sup>3</sup>/h)**

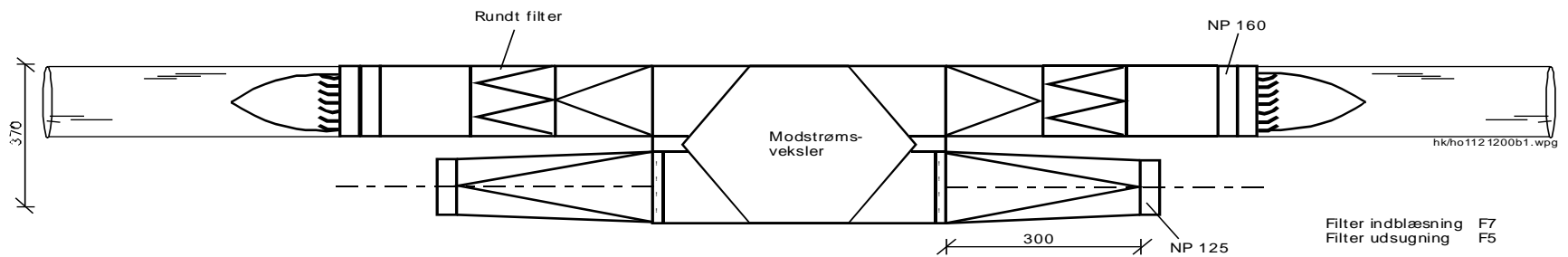
# Koncept



Luftstrømme i traditionelt ventilationssystem

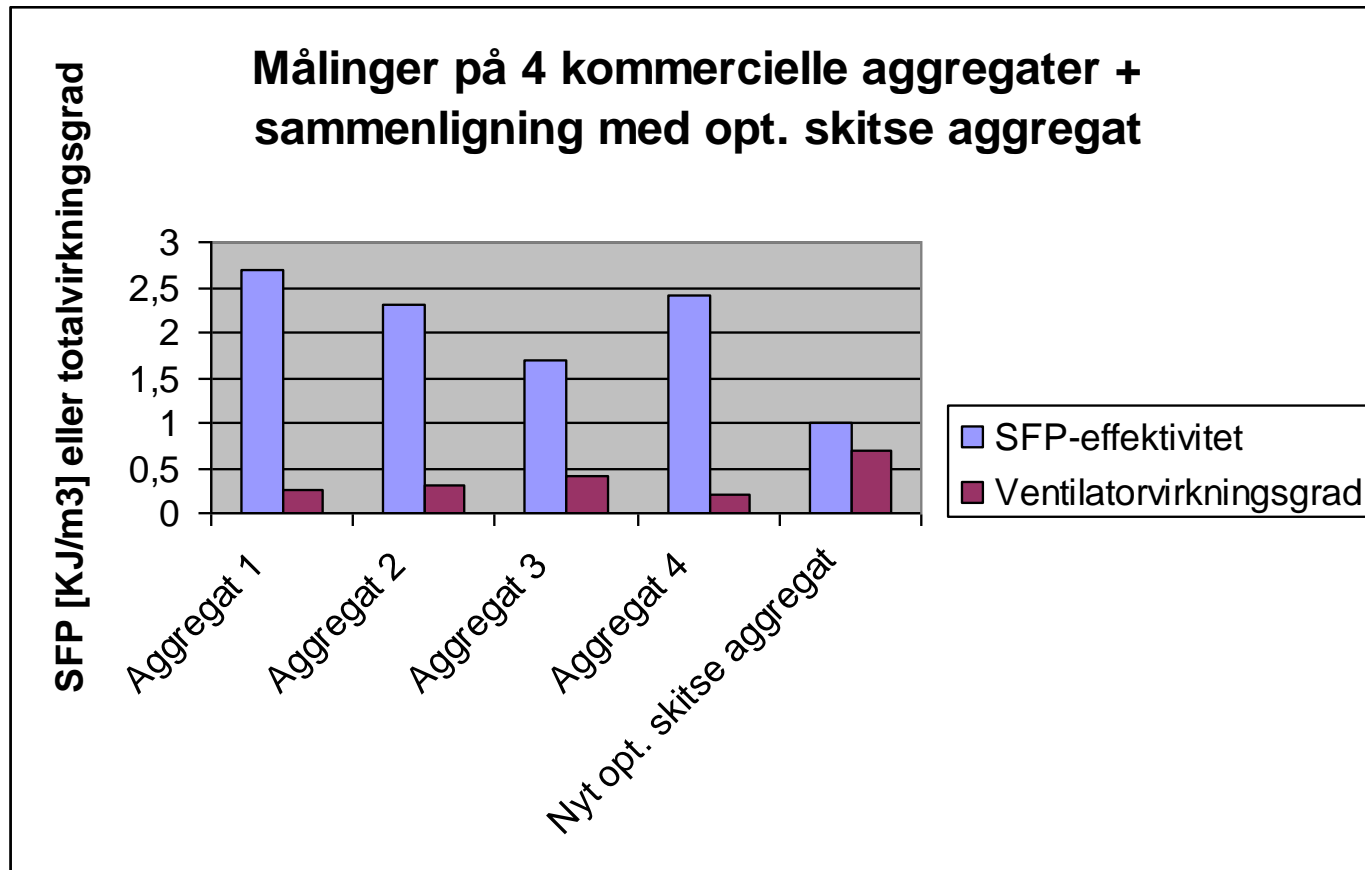


Luftstrømme i ideelt ventilationssystem



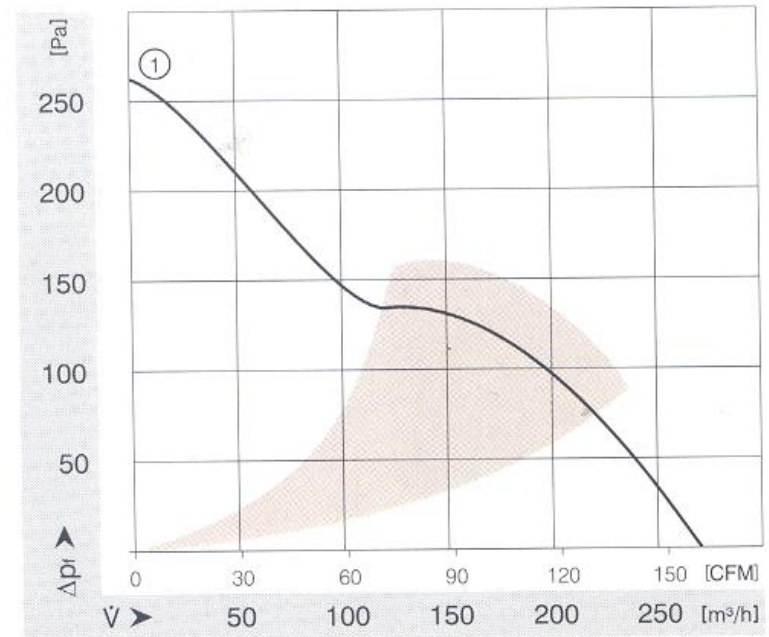
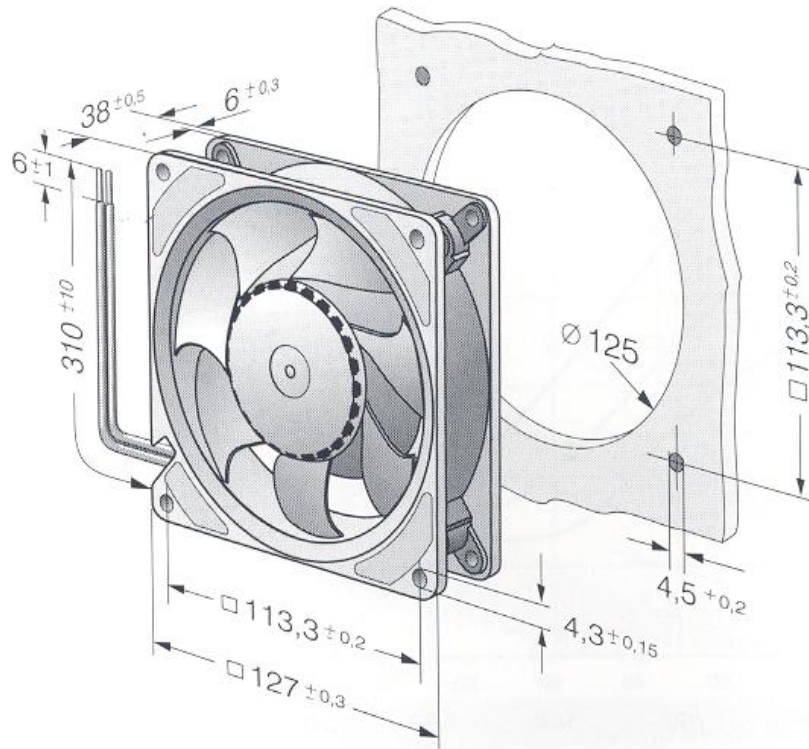
Løsningsforslag

# Udvikling af aksialventilator

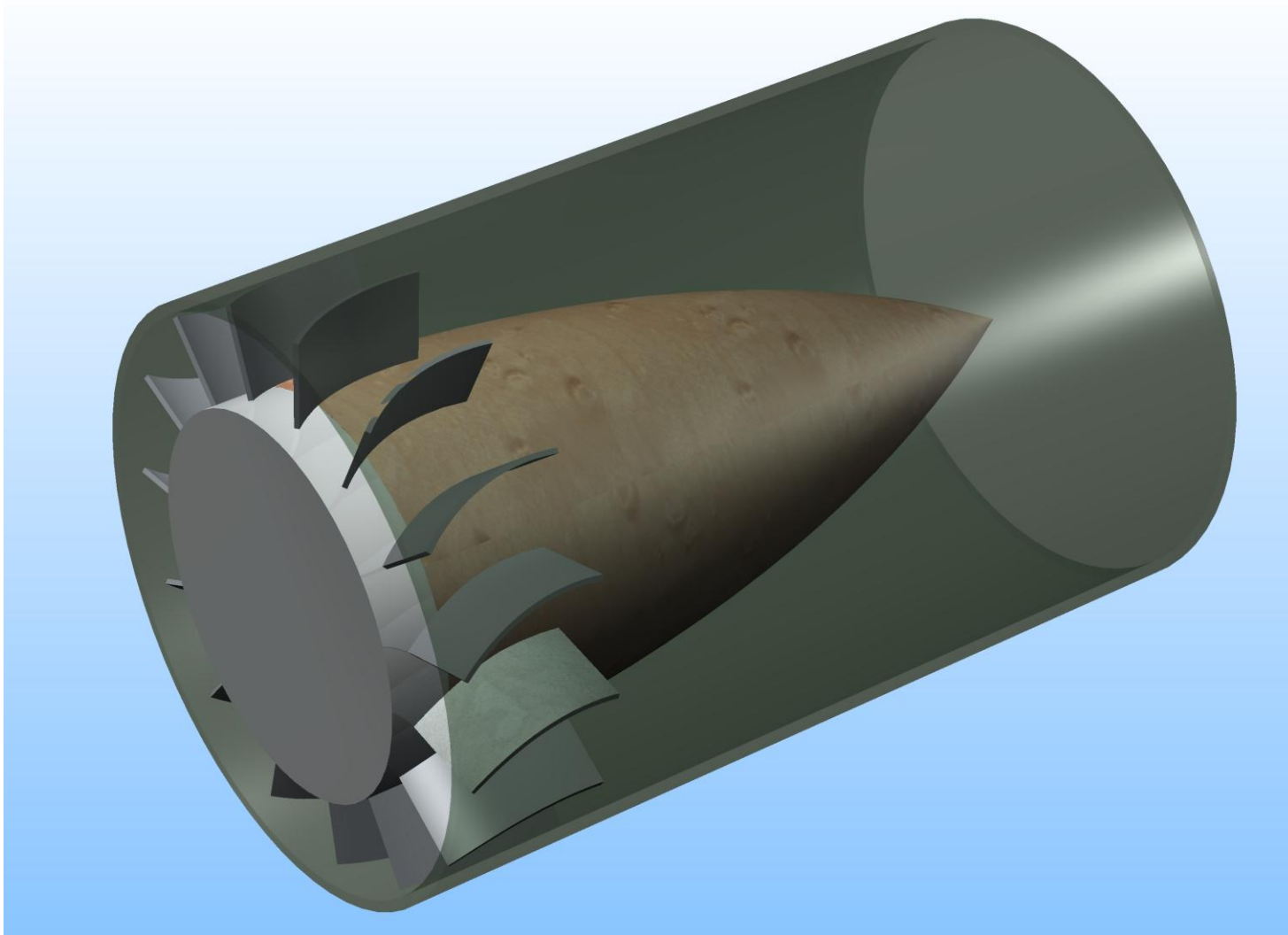


Status for markedet i 2002

# Udvikling af aksialventilator



# Udvikling af aksialventilator



# Udvikling af aksialventilator

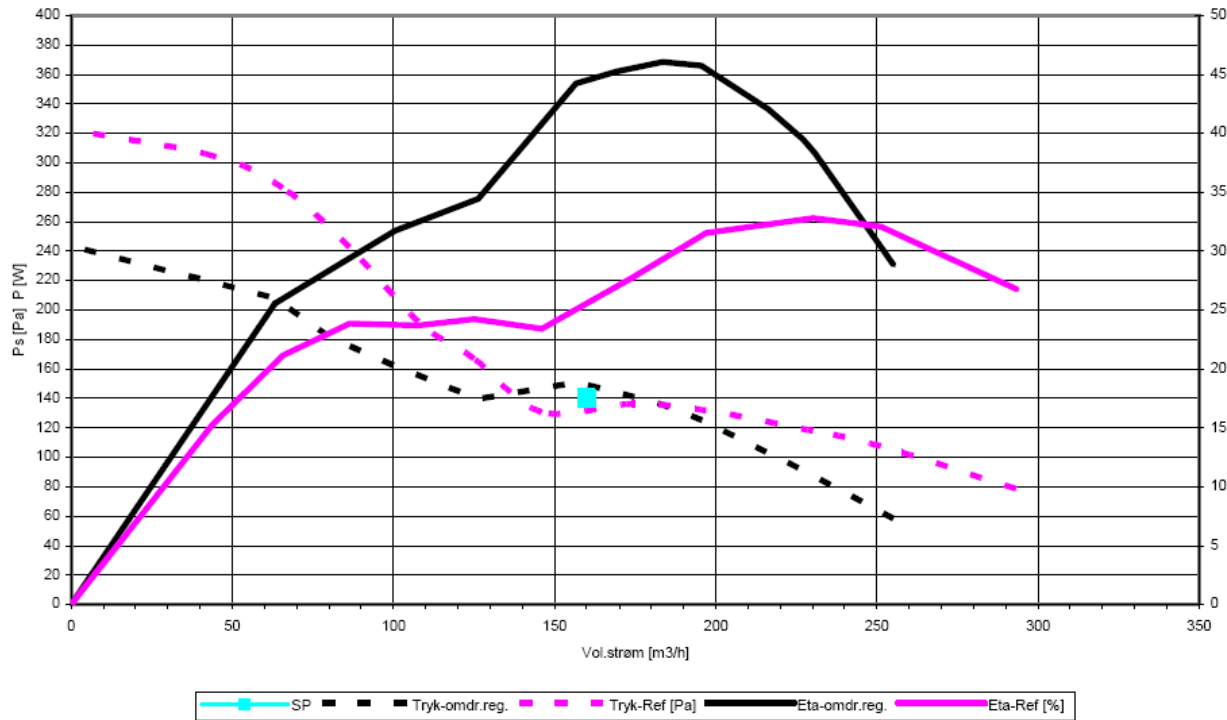


Totale effektivitet hævet fra 30 % til 48 %



# Udvikling af aksialventilator

Chopper, EBM aksial DV5218 48V, Stator 15 blade tætnet, Omdr.reg. (84% = 4300 o/min = 38V)



En stigning i totalvirkningsgraden fra 30% til 48%

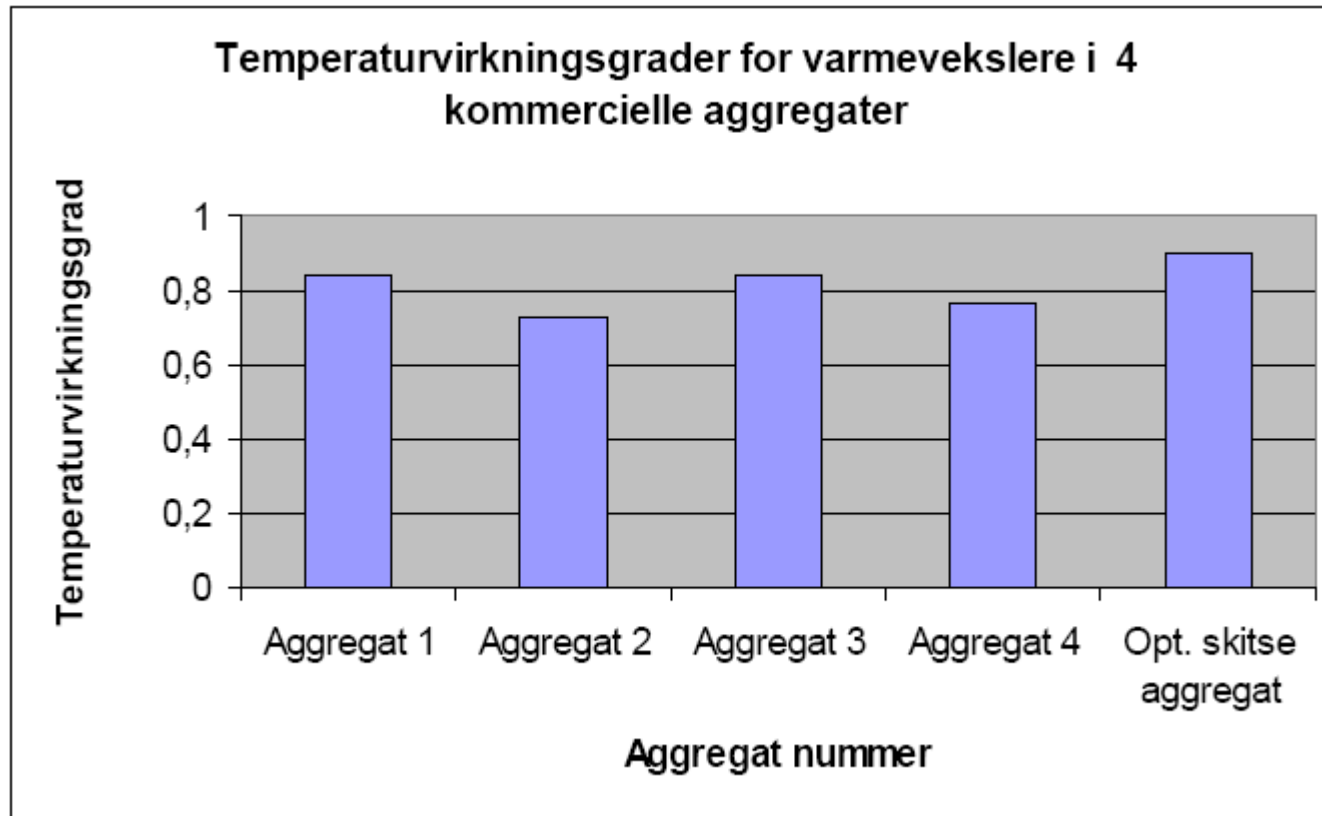
En stigning i ventilatorvirkningsgraden fra 37% til 60%

Omdrejningsreguleret til 84% rammer arbejdskurven det ønskede setpunkt (160 m³/h v. 140 Pa med maksimal totalvirkningsgrad 48%)

Sænket lydniveauet (der skal dog foretages yderligere foranstaltninger)

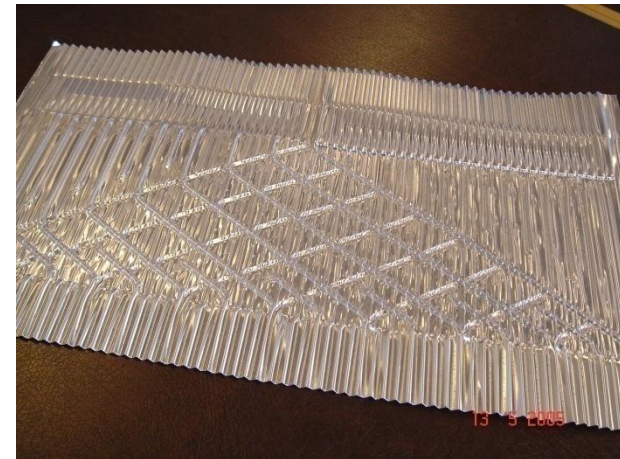
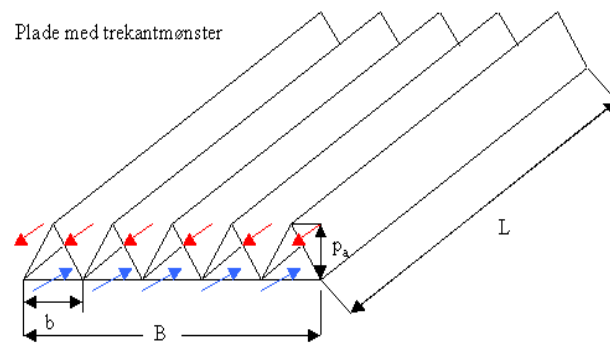
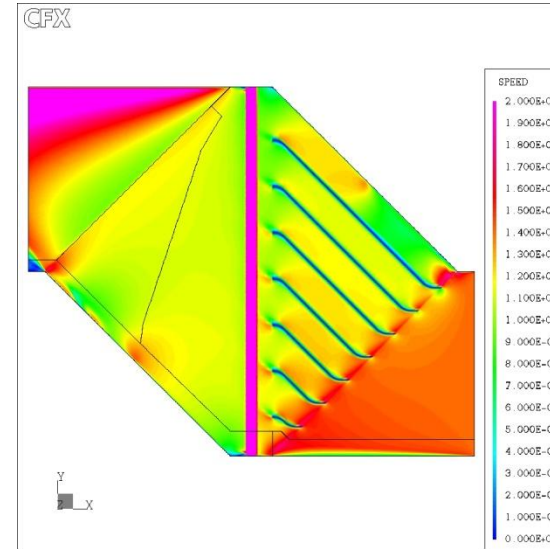
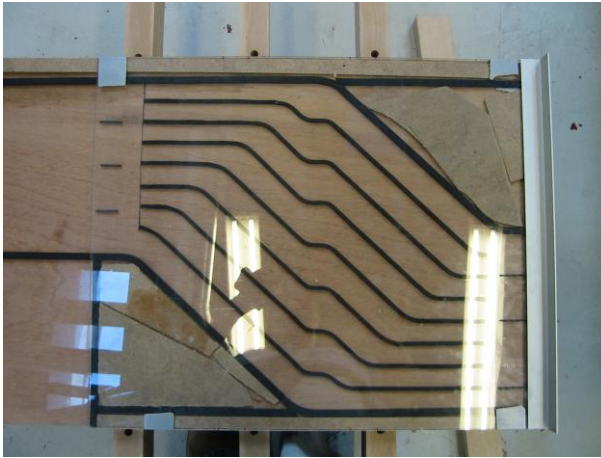
Maksimalt effektforbrug på 15 W (omdrejningsreguleret)

# Udvikling af varmeveksler

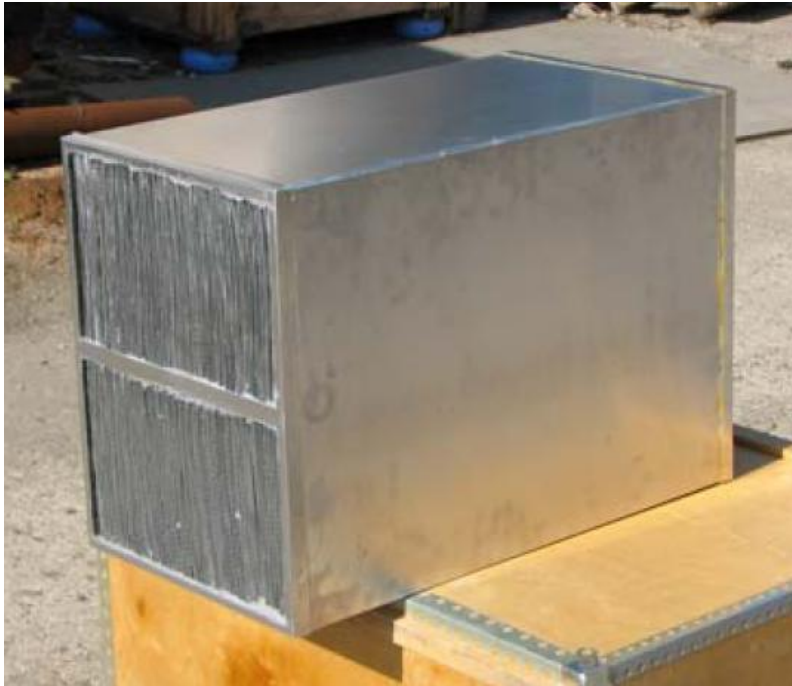


Status for markedet i 2002

# Udvikling af varmeveksler



# Udvikling af varmeveksler



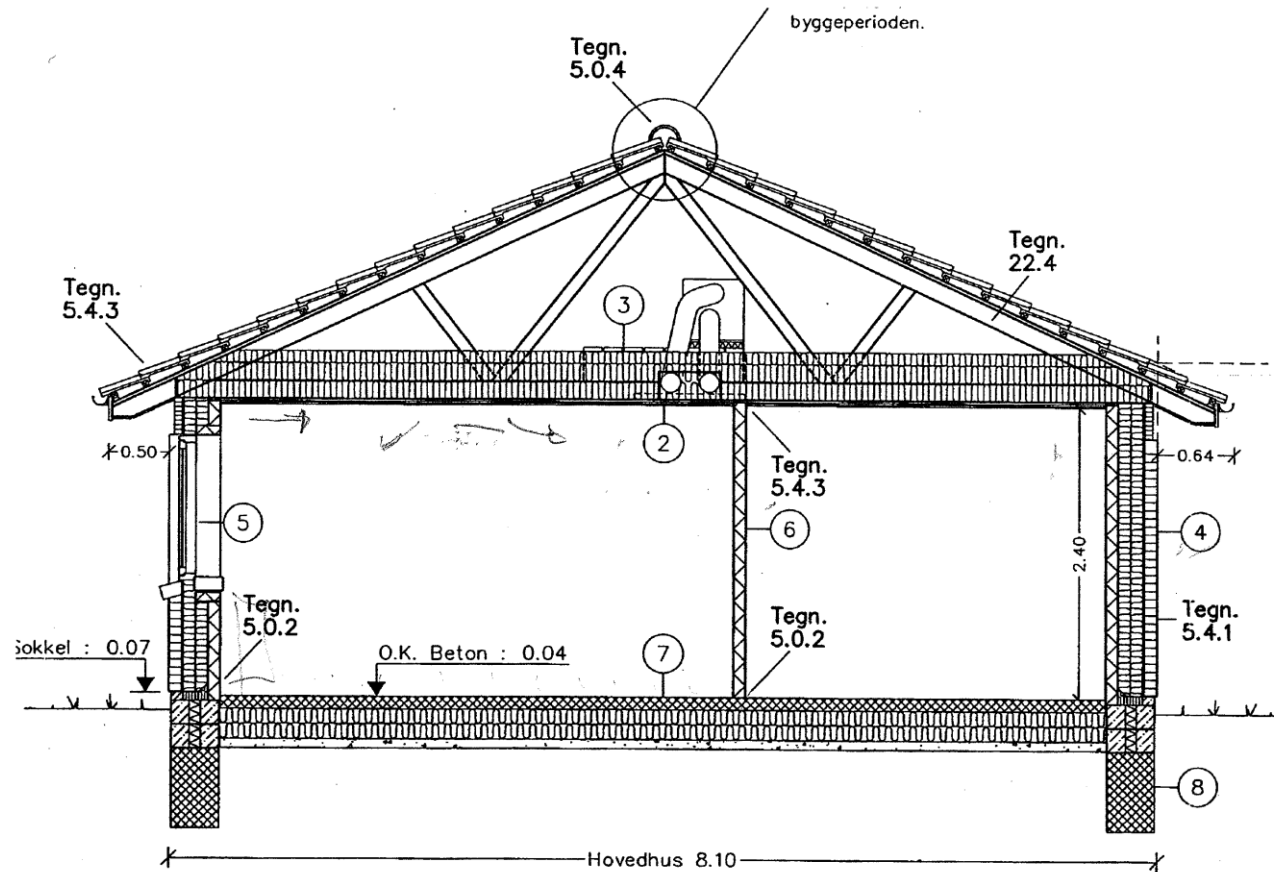
Virkningsgraden for den færdige prototype er målt til 85% ved 155 m<sup>3</sup>/h.

Tryktab i veksler på ca. 55 Pa ved 155 m<sup>3</sup>/h.

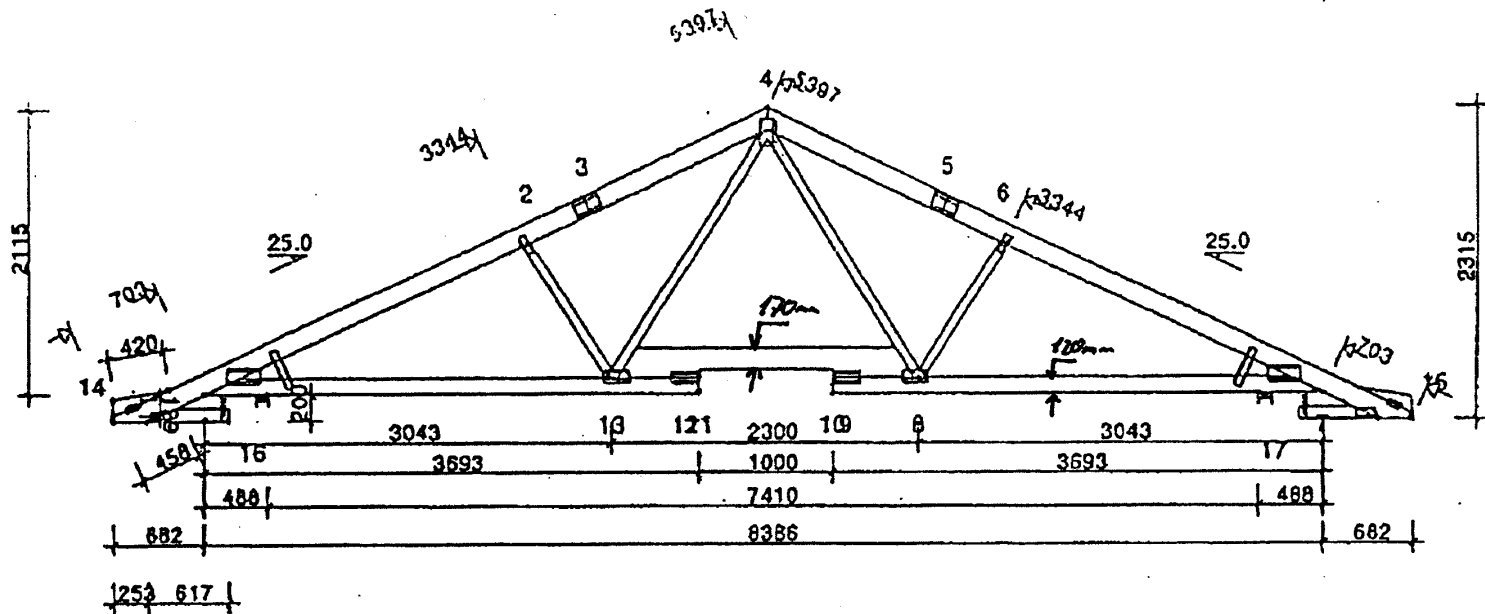
Fremstillet i metal aht. brandkrav

Coating af hensyn til Rengøring, kondens og tilisning

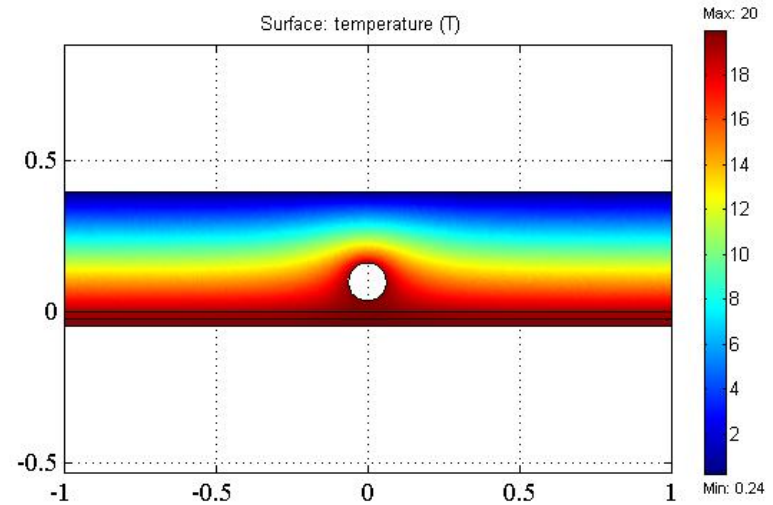
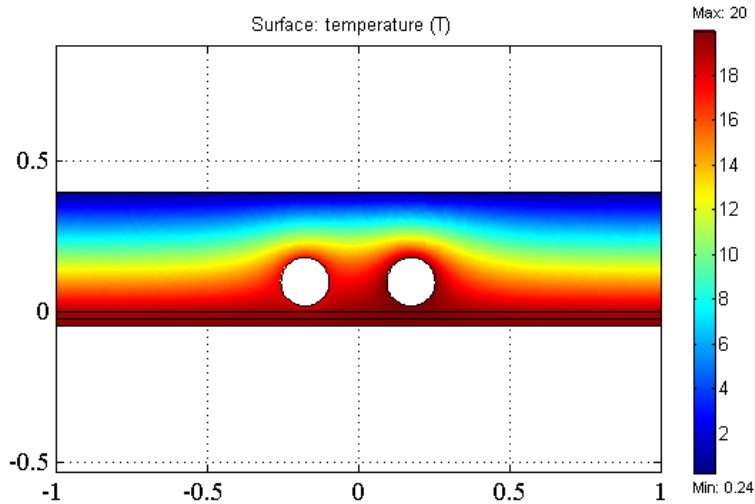
# Kanalsystem



# Kanalsystem



# Kanalsystem



	Ekstra varmetab pga. kanaler			Samlet varmetab [kWh]
	Hoved retur+frem [W/m]	Fordeling retur [W/m]	Fordeling frem [W/m]	
Kanaler i tagrum med 50 mm isolering	10,5	4,2	3,5	1.252
Integrerede kanaler	0,4	0,05	0,05	32

# Resultater

- **30 % reduktion af varmebehov til mekanisk ventilation i forhold til BR krav**
- **50 % reduktion af elbehov til mekanisk ventilation i forhold til BR krav**
- **90 % reduktion af varmetab fra kanaler**



# Igangværende projekter

## Behovstyret boligventilation

- **Øget ventilation i brugstiden**
  - Bedre luftkvalitet
  - Større energiforbrug
- **Reduceret ventilation uden for brugstiden**
  - Reduceret energiforbrug
- **Reduktion af samlet luftstrøm med 20 % til 30 % uden forringelser i indeklimaet**

# Valg af energieffektivt ventilationsanlæg

- **Elsparefondens ventilationsberegner**
  - [http://www.elsparefonden.dk/partnere/ventilationsfirmaer/index\\_html](http://www.elsparefonden.dk/partnere/ventilationsfirmaer/index_html)
- **Dimensioneringsvejledning**
- **Installationsvejledning**
- **Checkliste**



## ELSPAREFONDEN.DK

Du er her : [ELSPAREFONDEN.DK](#) > [Partnere](#) > [Ventilationsfirmaer](#)[← TILBAGE](#)[→ SEND TIL VEN](#)[→ PRINT](#)

## ↓ Partnere

- Partnerskab
- Kurveknækeraftale
- Elsparemærket
- Optagelseskrav for produkter
- Belysningsproducenter
- Hvidevare-butikker
- Professionelle hvidevarer
- It-producenter- og leverandører
- VVS-installatør
- Elspareudstyr
- Trådløs kommunikation
- Kontakt

## Find ventilationsanlæg

**Prøv ventilationsberegneren for huse. Alle anlæg overholder bygningsreglementets krav – både til ventilation og elforbrug****Bygningsdata**

Når alle felterne er udfyldte, så klik på søg. Vælg derefter et anlæg, og få oplysninger, som du kan printe og tage med til installatøren.

**Sagsdata**

Denne del er valgfri at udfylde. Ved at indtaste f.eks. sagsnummer og installatør på en sag bliver disse data tilføjet rapporten, som du kan udskrive.

## Bygningsdata

**Alle felter skal udfyldes**

Bruttoboligareal i m <sup>2</sup>	Rumhøjde i meter	Antal badeværelser
<input type="text" value="180"/>	<input type="text" value="2,5"/>	<input type="text" value="1"/>
Antal særskilte wc-rum	Antal køkkener	Antal bryggers- eller skabsrum med kontroludsug
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
Elpris i kr./kWh	Varmepriis i kr./kWh	
<input type="text" value="1,8"/>	<input type="text" value="0,72"/>	
Søg <a href="#">→</a>		

## Sagsdata

**Ikke påkrævet, kan udfyldes for at få oplysningerne på rapporten**

Sagsreference	Oprettelsesdato
<input type="text"/>	<input type="text" value="27-02-2008"/>
Projekterende / installatør	Bygherre
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Firmaadresse	Firmatelefon
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Boligens adresse	
<input type="text"/>	

**Manualer og vejledninger til ventilationsberegneren**[Manual til ventilationsberegner](#)[Checkliste til ventilationsberegner](#)[Dimensioneringsvejledning til ventilationsberegner](#)[Installationsvejledning til ventilationsberegner](#)[Beregninger til ventilationsberegner](#)**Sund bolig med ventilationssystem**[Hvordan kan du forbedre indeklimaet i din bolig? Få råd og vejledning.](#)



ELSPAREFONDEN.DK

FORBRUGER

OFFENTLIG OG ERHVERV

SØG

Søgeord

SØG

ELSPAREFONDEN.DK

Du er her : [ELSPAREFONDEN.DK](#) > [Partnere](#) > [Ventilationsfirmaer](#)[← TILBAGE](#)[→ SEND TIL VEN](#)[→ PRINT](#)↓ **Partnere**

- [Partnerskab](#)
- [Kurveknækkeraftale](#)
- [Elsparemærket](#)
- **[Optagelseskrav for produkter](#)**
- [Belysningsproducenter](#)
- [Hvidevare-butikker](#)
- [Professionelle hvidevarer](#)
- [It-producenter- og leverandører](#)
- [VVS-installatør](#)
- [Elspareudstyr](#)
- [Trådløs kommunikation](#)
- [Kontakt](#)

**Find ventilationsanlæg****Prøv ventilationsberegneren for huse. Alle anlæg overholder bygningsreglementets krav – både til ventilation og elforbrug****Bygningsdata**

Når alle felterne er udfyldte, så klik på søg. Vælg derefter et anlæg, og få oplysninger, som du kan printe og tage med til installatøren.

**Sagsdata**

Denne del er valgfri at udfylde. Ved at indtaste f.eks. sagsnummer og installatør på en sag bliver disse data tilføjet rapporten, som du kan udskrive.

**Der er fundet 9 kombinationer af ventilationsanlæg og kanalsystemer.**

Model	Mindste hovedkanaldimension [mm]	Energibesparelse [kr./år]
<a href="#">Lindab</a> LVAM300	200	4386
<a href="#">Nilan</a> Comfort 300	200	4386
<a href="#">EcoVent</a> L400	200	4250
<a href="#">EcoVent</a> L400	200	4028
<a href="#">Øland Flexit</a> S4 R EC-f7	200	3861
<a href="#">Øland Flexit</a> S4 R EC-f7	200	3680
<a href="#">Genvex</a> GE ENERGY 2	200	3517
<a href="#">Øland Flexit</a> SL4 R EC-f7	200	3420
<a href="#">Genvex</a> GE ENERGY 1	200	3401

**Manualer og vejledninger til ventilationsberegneren**[Manual til ventilationsberegner](#)[Checkliste til ventilationsberegner](#)[Dimensioneringsvejledning til ventilationsberegner](#)[Installationsvejledning til ventilationsberegner](#)[Beregninger til ventilationsberegner](#)**Sund bolig med ventilationssystem**

[Hvordan kan du forbedre indeklimaet i din bolig? Få råd og vejledning.](#)

☐ Medtæn store anlæg (Maks. vdelse 3 gange større end lufthev)

## Bygning

Adresse:			
Boligareal:	180 m <sup>2</sup>	Rumhøjde:	2,5 m
Antal badeværelser:	1	Antal køkkener:	1
Antal særskilte WC-rum:	1		
Antal Bryggers-eller skabsrum med kontroludsug:		1	
Antal luftskifte per time:	n = 0,5 gange		

## Anlægsdata

Fabrikat:	Lindab	Type:	LVAM300
Automatiktype:		Leverandør:	exb-01

## Energinøgletal

Varmeforbrug i samme bygning uden mekanisk ventilationsanlæg:	8125 kWh/år
Tilsvarende energjudgift (Varme: 0,72 kr./kWh):	5850 kr./år
Varmeforbrug med mekanisk ventilation og varmegenvinding:	929 kWh/år
Elforbrug med mekanisk ventilation og varmegenvinding:	441 kWh/år
Vægtet energiforbrug (varmeforbrug + 2,5 x elforbrug):	2033 kWh/år
Notat: Vægtet energiforbrug er proportional med anlæggets CO2 belastning iht. Energistyrelsens anvisning.	
Tilsvarende energjudgift (El:1,8 kr./kWh og varme:0,72 kr./kWh):	1463 kr./år
Beregnet besparelse i forhold til varmeforbrug med mekanisk ventilationanlæg:	4386 kr./år
SEL=SFP faktor:	806 W/m <sup>3</sup> /s
Luftstrøm:	225 m <sup>3</sup> /h

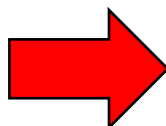
Tør temperaturvirkningsgrad, varmeveksler: 88,6% ved balanceret ventilation og uden udkondensation af fugt.

### Elparefondens anbefaling forudsætter at følgende kanaltrykstabs-krav er overholdt i det anbefalede anlæg.

Maksimalt tilladt tryktab af kanalsystem:	70 Pascal (= trykdiff. over korresponderende studse)
Vejlende maksimal tilladt kanalhastighed:	2 m/s
Vejlende største diameter af hovedkanal:	200 mm

#### Input til Be06 beregningen af bygningens energiramme:

Bygningens areal:	180 m <sup>2</sup>	SEL=SFP faktor:	806 W/m <sup>3</sup> /s
qm, vinter og sommer:	0,347 l/s/m <sup>2</sup>	η, tør varmegenvinding:	0,89



# LavEByg

- **LavEByg er et "højteknologisk netværk" og støttes økonomisk af Forsknings- og Innovationsstyrelsen**
- **LavEByg's overordnede formål er at stimulere til samarbejde i byggebranchen om udvikling lavenergiløsninger på bygningsområdet**
- **LavEByg er åbent for nye deltagere, der ønsker at deltage aktivt i udviklingen af integrerede lavenergiløsninger !**
- **Kontaktperson: Henrik Tommerup ([hmt@byg.dtu.dk](mailto:hmt@byg.dtu.dk))**  
**Website: [www.lavebyg.dk](http://www.lavebyg.dk)**

DTU

**Spørgsmål ?**

**Toke Rammer Nielsen**  
**DTU Byg**

**trn@byg.dtu.dk**